

MENU

SEARCH

INDEX

DETAIL

BACK

NEXT

17/26



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 07225126

(43)Date of publication of application: 22.08.1995

(51)Int.Cl.

G01C 3/06  
 B60R 1/00  
 B60R 21/00  
 G08G 1/16  
 H04N 7/18  
 // G05D 1/02

(21)Application number: 06017698

(71)Applicant:

MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing: 14.02.1994

(72)Inventor:

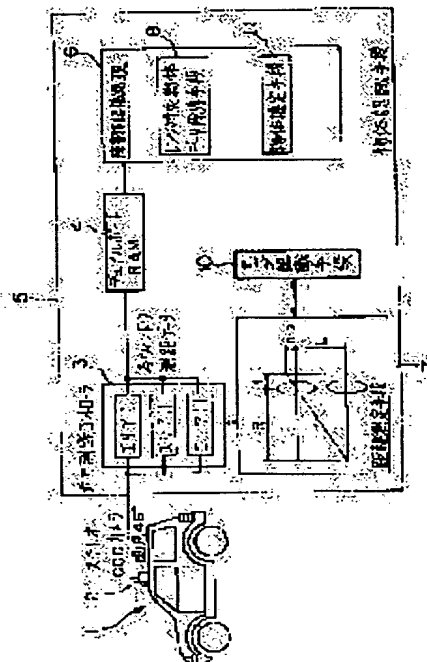
AONO KAZUHIKO  
 SHINPO TOSHIYA  
 HAYASHI YUICHIRO  
 HAYAFUNE KAZUYA  
 YAMADA KIICHI

## (54) ON-ROAD OBJECT RECOGNIZING DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable an on-road object recognizing device for vehicle to accurately recognize an object on a road ahead of its own vehicle by comparing the reference distance corresponding to a range which is decided at every line range and distance to an object detected by means of a distance measuring means.

**CONSTITUTION:** Picture information from a stereo camera 2 is fetched to the forward distance measurement controller 3 of an object recognizing means 5. A distance measuring means 7 which measures the distance between the object, the picture of which is taken with the camera 2, and its own vehicle is connected to the controller 3. In addition, a range-corresponding object data eliminating means 8 compares range cutting distances (range-corresponding reference distances) which are decided at every window line (range) of the picture information and the distance to the object detected by the measuring means 7 and, when the distance to the object is longer than the reference distance, eliminates the object from object data. When the distance to the object is longer than the reference distance, the measuring means 7 recognizes the object as an object to be recognized.



BEST AVAILABLE COPY

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

[MENU](#)[SEARCH](#)[INDEX](#)[DETAIL](#)[BACK](#)[NEXT](#)

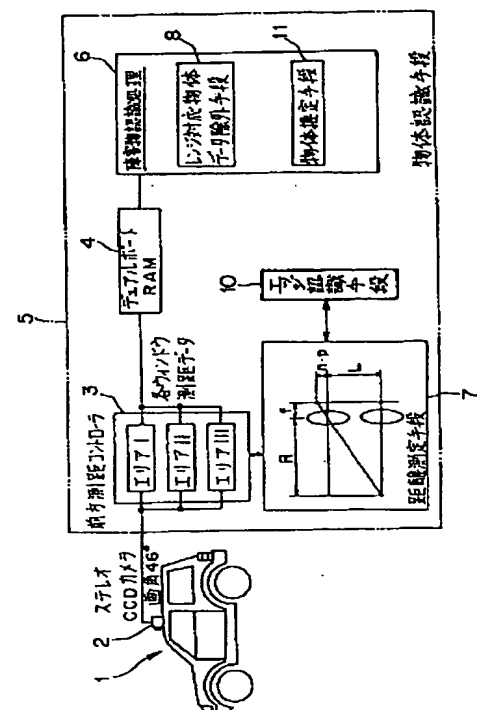
(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成7年(1995)8月22日

(全17頁) 最終頁に続く

[最終頁に続く](#)

【構成】 路面上を撮影する横置きステレオカメラ２と、このカメラ２からの画像情報に基づいて物体を認識する物体認識手段５とをそなえ、物体認識手段５が、撮影画面を複数の行レンジと複数の列に分割することで多数のウィンドウに区画した上で、各ウィンドウ毎に被写体までの距離を測定する距離測定手段７と、各行レンジ毎に決まるレンジ対応基準距離と被写体までの距離とを比較して被写体までの距離がレンジ対応基準距離以内であればこの被写体を物体又は物体候補として認識し、そうでなければこの被写体については物体でないとして物体データから除外するレンジ対応物体データ除外手段８とを設けて構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両の走行路面上を撮影する横置きステレオカメラと、  
該横置きステレオカメラにより得られる画像情報に基づいて、該走行路面上の物体を認識する物体認識手段とをそなえ、  
該物体認識手段が、  
該横置きステレオカメラにより得られる撮影画面を上下方向に複数の行レンジに分割し左右方向に複数の列に分割することで多数のウインドウに区画した上で、該横置きステレオカメラの左右 2 つのカメラの各画像情報から、上記の各ウインドウ毎に、被写体までの距離を測定する距離測定手段と、  
上記の各行レンジ毎に決まるレンジ対応基準距離と該距離測定手段で検出された被写体までの距離とを比較して、該被写体までの距離が該レンジ対応基準距離以内であればこの被写体を物体又は物体候補として認識し、該被写体までの距離が該レンジ対応基準距離よりも大きければこの被写体については物体でないものとして物体データから除外する、レンジ対応物体データ除外手段とをそなえていることを特徴とする、車両用路上物体認識装置。

【請求項 2】 該距離測定手段が、該横置きステレオカメラの左右の画像情報から得られる同一被写体の左右方向へのずれ量に基づいて、被写体までの距離を測定することを特徴とする、請求項 1 記載の車両用路上物体認識装置。

【請求項 3】 該距離測定手段が、該被写体までの距離  $R$  を、該左右の 2 つのカメラのレンズの焦点距離  $f$  と、該左右 2 つのカメラの光軸間の距離  $L$  と、画像の画素ピッチ  $P$  と、左右の画像が整合するまでに左右どちらか一方の画像をシフトした画素数  $n$  と、に基づいて、 $R = (f \cdot L) / (n \cdot P)$  の式により算出することを特徴とする、請求項 2 記載の車両用路上物体認識装置。

【請求項 4】 該物体認識手段の処理対象とする画像領域が、該車両から遠い部分では左右の端部領域を除去されて左右方向の中央部の領域のみに限定されていることを特徴とする、請求項 1 記載の車両用路上物体認識装置。

【請求項 5】 該物体認識手段が、処理対象とする画像領域を、該車両から遠い部分で左右の端部領域を除去された左右方向の中央部分に相当する第 1 の画像領域と、該車両から近い部分の左半部分に相当する第 2 の画像領域と、該車両から近い部分の右半部分に相当する第 3 の画像領域と、に区分して、画像処理を行なうことを特徴とする、請求項 4 記載の車両用路上物体認識装置。

【請求項 6】 該レンジ対応基準距離が、各レンジの最下部に映し出されるべき該走行路の部分までの距離であることを特徴とする、請求項 1 記載の車両用路上物体認識装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、道路上の物体を認識して車両の自動操舵を行なう自動操舵車両に用いて好適の、車両用路上物体認識装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、自動車の操舵機構において、車両に種々のセンサを設け、これらのセンサからの情報に基づいて操舵角制御信号を設定し、油圧や電動モータ等により操舵機構を積極的、且つ自動的に操舵させるような自動操舵機構が多数提案されている。

【0003】 このような自動操舵車両のなかには、例えば上述のセンサの 1 つとして車両にステレオ CCD カメラ（以下、ステレオカメラという）をそなえ、このステレオカメラの画像情報から車両前方（側方を含む）の物体を認識するとともに、この物体までの距離や物体の大きさを判断して、これに応じて所要の操舵や制動を行なうような車両が提案されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このようなステレオカメラの画像情報は、路面状態や太陽光等の微妙な変化に影響されやすく、又路面上の白線等も物体と同様に距離測定をしてしまうため、物体の存在の正確な把握が困難であり、このため物体の位置や大きさの認識についても困難なものとなっているという課題がある。

【0005】 本発明は、このような課題に鑑み創案されたもので、ステレオカメラからの画像情報に各種の補正処理を施して、車両前方の物体を正しく認識できるようにした、車両用路上物体認識装置を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 このため、請求項 1 記載の本発明の車両用路上物体認識装置は、車両の走行路面上を撮影する横置きステレオカメラと、該横置きステレオカメラにより得られる画像情報に基づいて、該走行路面上の物体を認識する物体認識手段とをそなえ、該物体認識手段が、該横置きステレオカメラにより得られる撮影画面を上下方向に複数の行レンジに分割し左右方向に複数の列に分割することで多数のウインドウに区画した上で、該横置きステレオカメラの左右 2 つのカメラの各画像情報から、上記の各ウインドウ毎に、被写体までの距離を測定する距離測定手段と、上記の各行レンジ毎に決まるレンジ対応基準距離と該距離測定手段で検出された被写体までの距離とを比較して、該被写体までの距離が該レンジ対応基準距離以内であればこの被写体を物体又は物体候補として認識し、該被写体までの距離が該レンジ対応基準距離よりも大きければこの被写体については物体でないものとして物体データから除外する、レンジ対応物体データ除外手段とをそなえていることを特徴

としている。

【0007】また、請求項2記載の本発明の車両用路上物体認識装置は、上記請求項1記載の構成に加えて、該距離測定手段が、該横置きステレオカメラの左右の画像情報から得られる同一被写体の左右方向へのずれ量に基づいて、被写体までの距離を測定することを特徴としている。また、請求項3記載の本発明の車両用路上物体認識装置は、上記請求項2記載の構成に加えて、該距離測定手段が、該被写体までの距離 $R$ を、該左右の2つのカメラのレンズの焦点距離 $f$ と、該左右2つのカメラの光軸間の距離 $L$ と、画像の画素ピッチ $P$ と、左右の画像が整合するまでに左右どちらか一方の画像をシフトした画素数 $n$ と、に基づいて、 $R = (f \cdot L) / (n \cdot P)$ の式により算出することを特徴としている。

【0008】また、請求項4記載の本発明の車両用路上物体認識装置は、上記請求項1記載の構成に加えて、該物体認識手段の処理対象とする画像領域が、該車両から遠い部分では左右の端部領域を除去されて左右方向の中央部の領域のみに限定されていることを特徴としている。また、請求項5記載の本発明の車両用路上物体認識装置は、上記請求項4記載の構成に加えて、該物体認識手段が、処理対象とする画像領域を、該車両から遠い部分で左右の端部領域を除去された左右方向の中央部分に相当する第1の画像領域と、該車両から近い部分の左半部分に相当する第2の画像領域と、該車両から近い部分の右半部分に相当する第3の画像領域と、に区分して、画像処理を行なうことを特徴としている。

【0009】また、請求項6記載の本発明の車両用路上物体認識装置は、上記請求項1記載の構成に加えて、該レンジ対応基準距離が、各レンジの最下部に映し出され

ている。

【0010】

【作用】上述の請求項1記載の本発明の車両用路上物体認識装置では、車両に設置された横置きステレオカメラにより走行路面上が撮影されると、この横置きステレオカメラからの画像情報に基づいて、物体認識手段により走行路面上の物体が認識される。

【0011】そして、物体認識手段における距離測定手段により、横置きステレオカメラにからの撮影画面が上下方向に複数の行レンジに分割されるとともに、左右方向に複数の列に分割されることで多数のウインドウに区画された上で、横置きステレオカメラの左右2つのカメラの各画像情報から、上記の各ウインドウ毎に被写体までの距離が測定される。

【0012】この後、上記の各行レンジ毎にレンジ対応基準距離が設定される。そして、物体認識手段のレンジ対応物体データ除外手段により、レンジ対応基準距離と距離測定手段で検出された被写体までの距離とが比較されて、被写体までの距離がレンジ対応基準距離以内であ

ればこの被写体が物体又は物体候補として認識され、被写体までの距離がレンジ対応基準距離よりも大きければこの被写体については物体でないものとして物体データから除外される。

【0013】また、上述の請求項2記載の本発明の車両用路上物体認識装置では、横置きステレオカメラの左右の画像情報から得られる同一被写体の左右方向へのずれ量に基づいて、距離測定手段により、被写体までの距離が測定される。また、上述の請求項3記載の本発明の車両用路上物体認識装置では、距離測定手段により、被写体までの距離 $R$ は、左右の2つのカメラのレンズの焦点距離 $f$ と、左右2つのカメラの光軸間の距離 $L$ と、画像の画素ピッチ $P$ と、左右の画像が整合するまでに左右どちらか一方の画像をシフトした画素数 $n$ と、に基づいて、 $R = (f \cdot L) / (n \cdot P)$ の式により算出される。

【0014】また、請求項4記載の本発明の車両用路上物体認識装置では、物体認識手段の処理対象とする画像領域が、車両から遠い部分では左右の端部領域を除去されて左右方向の中央部の領域のみに限定される。また、請求項5記載の本発明の車両用路上物体認識装置では、物体認識手段により、処理対象とする画像領域が、車両から遠い部分で左右の端部領域を除去された左右方向の中央部分に相当する第1の画像領域と、車両から近い部分の左半部分に相当する第2の画像領域と、車両から近い部分の右半部分に相当する第3の画像領域と、に区分されて、画像処理が行なわれる。

【0015】また、請求項6記載の本発明の車両用路上物体認識装置では、各レンジの最下部に映し出される走行路の部分までの距離が、レンジ対応基準距離として設

【0016】

【実施例】以下、図面により、本発明の一実施例について説明すると、図1はその全体構成を示す模式的なブロック図、図2はその画像情報処理の概要を説明するためのアルゴリズム、図3はその処理画像を示す模式図、図4はその作用を説明するためのフローチャートであって不正確データを削除するための処理について説明するためのフローチャート、図5はその作用を説明するためのフローチャートであってレンジカット処理について説明するためのフローチャート、図6はレンジカット処理について説明するための模式図、図7はその作用を説明するためのフローチャートであってウインドウ間の縦方向処理について説明するためのフローチャート、図8はその作用を説明するためのフローチャートであってウインドウ間の横方向処理について説明するためのフローチャート、図9～図11はともにウインドウ間の横方向処理についての処理画像の一例を示す模式図、図12はその作用を説明するためのフローチャートであって物体までの距離の算出処理について説明するためのフローチャー

ト、図13はその横置きステレオカメラ（CCDカメラ）の外観を示す模式図、図14はその横置きステレオカメラ（CCDカメラ）により撮像された画像を示す模式図であって（a）はその横置きステレオカメラの左側のカメラで撮像された車両を示す図（b）はその横置きステレオカメラの右側のカメラで撮像された車両を示す図、図15はその横置きステレオカメラ（CCDカメラ）の左右の画像から物体までの距離の算出を説明する図である。

【0017】図1に示すように、車両1には、横置きステレオカメラ2が設置されている。このステレオカメラ2は、図13に示すように、水平方向に左右各1つずつのカメラ（CCDカメラ）2L、2Rをそなえており、これらの2つのカメラ2L、2Rから車両1の走行する路面状況が撮像されると、この画像情報が物体認識手段5の前方測距コントローラ3に取り込まれるようになっている。

【0018】また、この前方測距コントローラ3には、距離測定手段7が接続されており、この距離測定手段7において、ステレオカメラ2により撮像された物体と車両1との間の距離測定（測距）を行なうようになっている。そして、ここでは、物体の端部（エッジ部）を認識して、このエッジ部までの距離を測定することにより、物体までの距離を測定するようになっている。

【0019】つまり、図1に示すように、距離測定手段7には、物体のエッジ部に認識するエッジ認識手段10が接続されており、実際には、エッジ認識手段10において物体のエッジ部を認識する作業と、距離測定手段7において物体までの距離を測定する作業は同一のものである。また、このステレオカメラ2は隣接する車両レーンの道路状況を完全に把握できるような画角（ここでは46°）が確保されている。

【0020】ところで、このステレオカメラ2から前方測距コントローラ3に入力された画像情報は、図3に示すような3つの画像領域（これをエリアという）に分割される。第1の画像領域としてのエリアIは、車両1から比較的離れた前方の画像情報である。また、第2、第3の画像領域としてのエリアII、IIIは、車両1の手前側の画像情報であって、エリアIIは車両1側から見て前方左側、エリアIIIは前方右側である。このように車両1の手前側の画像領域を広く採り、車両1から遠い画像領域を狭く採っているのは、同じ大きさの物体でも遠く離れる程小さく見え、狭い視野でも画像情報が得られるからである。

【0021】エリアI～IIIは、図3に示すように、上下方向（縦方向）の線と左右方向（横方向）の線により細かい区画（以下、ウィンドウという）に分割されている。図3に示すように、各ウィンドウには、それぞれに番号が付与されており、ウィンドウ〔x〕〔y〕という形で各ウィンドウの位置を示すようになっている。

〔x〕は画像領域の一番上のウィンドウ行（左右方向へのウィンドウの一行並び）の番号を0として、下に向かって番号が大きくなるように設定されている。また、

〔y〕は画像領域の左端のウィンドウ列（上下方向へのウィンドウの一行並び）の番号を0として、図中右方向に向かって番号が大きくなるように設定されている。

【0022】そして、エッジ認識手段10では、ステレオカメラ2からの画像情報に基づいて、各ウィンドウ列毎に、画像が互いに異なるパターンの境界部として形成される縦エッジ部分を認識して、この縦エッジ部分までの距離を測定するようになっている。なお、縦エッジとは、具体的には、主に物体の左右端の部分である。そして、本装置は、これらのエリアI～III内の画像情報に基づいて物体を認識するように構成されているものである。

【0023】図1に示すように、認識処理手段5には、デュアルポートRAM4とコンピュータ6とが設けられており、各エリアI～IIIの画像情報は、デュアルポートRAM4に入力されるようになっている。そして、このデュアルポートRAM4からの情報がコンピュータ6に入力されるようになっている。このコンピュータ6は、物体認識のための各種の処理を行なうものであって、コンピュータ6内には、図1に示すように、レンジ対応物体データ除外手段8と物体推定手段11とが設けられている。

【0024】レンジ対応物体データ除外手段8は、画像情報の各ウィンドウ行（又は、レンジという）毎に決まるレンジカット距離（レンジ対応基準距離）と距離測定手段7で検出された被写体までの距離とを比較して、被写体までの距離がレンジ対応基準距離よりも大きければこの被写体については物体データから除外（これをレンジカット処理という）し、被写体までの距離が該レンジ対応基準距離以内であればこの被写体を物体として認識するものである。

【0025】また、物体推定手段11は、前述したエッジ認識手段10の認識情報に基づいて、画像情報の各ウィンドウ列単位で、縦エッジ部分の存在の有無を認識して、縦エッジ部分が存在する際にはその距離を追跡して、予め設定された左右の離隔範囲内のウィンドウ列間に、縦エッジが一对存在し、且つこの対をなす各縦エッジ部分までの距離がほぼ等しい場合に、この対をなす各縦エッジ部分で規定される領域に、この縦エッジ部分までの距離だけ離れて物体が存在していると推定するものである。

【0026】以下、認識処理手段5の各機能について説明していく。距離測定手段7は、上述したように、ステレオカメラ2の左右2つのカメラの各画像情報から、各ウィンドウ毎に距離測定していくものである。このステレオカメラ2による測距は、次のようにして行なわれる。すなわち、ステレオカメラ2の2つのカメラ2L、

2 Rからは、図14 (a), (b) に示すように2つの画像が得られる。右側の画像のウィンドウで囲まれた画像と同じ画像は、左側の画像の中に少し横方向にずれた位置にある。そこで、ウィンドウで囲んだ右側の画像を、左側の画像のサーチ領域内で1画素ずつシフトしながら、最も整合する画の位置を求めるのである。このとき、図15に示すように、カメラ2 L, 2 Rのレンズの焦点距離を  $f$ 、左右カメラ1 1, 1 2の光軸間の距離を  $L$  とし、CCDの画素ピッチ（画像の画素ピッチ）を  $P$ 、図14 (a), (b) において左右の画像が整合するまでに右画像をシフトした画素数を  $n$  とすると、ステレオカメラ2により撮像された物体までの距離  $R$  は、三角測量の原理により、次式により算出される。

$$R = (f \cdot L) / (n \cdot P)$$

そして、このような距離測定を行なうことにより、物体のエッジ部が認識されるのである。

【0027】ここで、コンピュータ6内の画像情報処理の流れについて図2のアルゴリズムを用いて簡単に説明する。まず、ステップSA1においてデュアルポートRAM4から画像データが読み込まれる。このとき、画像データは、図3に示すようなウィンドウに分割されており、距離測定手段7により測定された各ウィンドウ毎の距離データも取り込まれる。

【0028】次に、ステップSA2で測距性能外のデータを排除して不正確なデータをカットする。そして、ステップSA3で路面上の白線や文字等の測距値を削除するレンジカット処理が行なわれる。これにより、路面上の模様（白線や文字等）の測距値が削除されるようになっている。

【0029】この後、ステップSA4で各ウィンドウ間の縦方向処理が行なわれる。この縦方向処理により、ステレオカメラ2により撮像された被写体を物体候補とするか、物体データから除外するかが判断される。なお、\*

$$data[x][y] > Lc$$

そして、 $data[x][y]$  が  $Lc$  よりも大きいと、Yesルートを通ってステップSB2に進み、 $data[x][y] = 0$  として距離データが削除される。また、 $data[x][y]$  が所定値  $Lc$  よりも小さいとNoルートを通って距離データは削除されずに、次のステップに進むのである。

【0035】なお、図3に示すように、エリアIの方がエリアII, III よりも横方向のウィンドウがそれぞれ3行ずつ少なくなっているため、必然的にエリアIの  $[y]$  は3~14までとなる。

【レンジカット処理】次に、レンジ対応物体データ除外手段8では、ステップSA3のレンジカット処理を行なう。このレンジカット処理は、路面上の白線や文字等の測距値を削除して、不必要なデータを除外していく処理である。

【0036】ここで、レンジカット処理の考え方につい

\*縦方向処理は図3に示すような、上下方向に処理していくものである。これらステップSA1~ステップSA4が、レンジ対応物体データ除外手段8により処理されるようになっている。

【0030】そして、ステップSA5において各ウィンドウ間の横方向処理が行なわれ、これにより、物体の認識や物体の大きさの判別が行なわれるのである。この横方向処理は、上述の縦方向処理とは逆に、縦方向のウィンドウ列を図3に示すように左右方向に処理していくのである。そして、この各ウィンドウ間の横方向処理は、エッジ認識手段10と物体推定手段11とより処理されるようになっている。

【0031】以下、上述のアルゴリズムの各ステップ毎に説明する。

【不正確データのカット】まず、デュアルポートRAM4からコンピュータ6に取り込まれた画像情報は、レンジ対応物体データ除外手段8により不正確データカットの処理が行なわれる。

【0032】この不正確データのカット処理について説明する。通常、カメラによる距離測定では、距離が大きくなるほど（すなわち物体が小さく見えるほど）、データの値は不正確なものとなる。そこで、本装置では、ある一定値（ $Lc$ ）以上前方のデータ（ここでは、例えば画角  $4.6^\circ$  の場合  $Lc = 3.5m$ ）を予め排除するようになっている。

【0033】これを図4のフローチャートを用いて説明すると、各ウィンドウの距離データがステップSB1に入力されると、この距離データが所定値  $Lc$  よりも大きいかどうかを判定する。各ウィンドウ  $[x][y]$  の距離データを  $data[x][y]$  で示すと、この判定は次式（1）により行なわれる。

【0034】

$$\dots (1)$$

で、図6を用いて説明する。車両前方の路面状況は、車両1に設置されたステレオカメラ2により撮像されるが、図3に示すような画像情報をウィンドウ行毎にどの程度前方までのデータを取り込むかを決定するものである。例えば、図6では、ステレオカメラ2により撮像される領域がA~Eの領域（各領域はウィンドウ行に対応するものである）に分割されており、この各領域A~E毎にそれぞれにレンジカット距離が設定されている。そして、設定されたレンジカット距離よりも画像情報の距離データが遠方であると、このデータを削除するのである。例えば、図6に示すAの領域では、A地点より遠方は測距しないようになっている。これと同様にEの領域ではB地点よりも遠方、Dの領域ではC地点よりも遠方は測距しないようになっている。

【0037】これにより、図6に示すような状況では、車両1の前方の物体（障害物）9はEの領域で測距され

るようになっており、物体9の下方の道路上の模様や白線等がAの領域で測距されることがなく、物体9だけを正しく認識できるようになっているのである。このレンジカット処理を図5のフローチャートを用いて説明すると、各ウインドウ行[i]毎に、路面上の被写体を拾わない距離L(i)が設定されており、この距離L(i)以上のデータを削除(レンジカット)するようになっている。なお、各ウインドウ行[i]のiの値は、上記のウインドウ番号のx値に相当するものであって、例えば一番上のウインドウ行(x=0)の距離データは、data

【0038】そして、各ウインドウ行[i]の距離データは、ステップSC1で以下の式(2)により判断される。

$$\text{data}[i][y] > L(i) \quad \dots (2)$$

そして、上記の式(2)が成り立つ場合は、ステップSC2に進んでdata[i][y]=0と設定される。つまりウインドウ列の距離データが削除されるのである。

【0039】また、data[i][y]がL(i)よりも小さいときは、次の処理に進む。そして、このようなレンジカット処理を全ての列について行なう。 \*

$$\text{data}[x][j] < k_1 \times \text{data}[x-1][j] \quad \dots (3)$$

and

$$\text{data}[x][j] > k_2 \times \text{data}[x-1][j] \quad \dots (4)$$

(ただし、 $k_2 < k_1$ )

なお、 $k_1$ 、 $k_2$ は、距離データのばらつき度合いにより設定される固定値である。

【0043】ここでは、 $x=5$ 、 $j=1$ なので、図3の左端の縦列において、一番したのウインドウ( $x=5$ )の距離データが、その上に位置するウインドウ( $x=4$ )の距離データに近いかが判断されるのである。そして、これが成り立つ場合、即ちその時のウインドウ[x][j]と、この真上に位置するウインドウ[x-1][j]との距離データが近いと判断できる場合、ステップSD3に進んで、 $c:\text{data}[j] = \text{data}[x][j]$ と設定する。 ※

$$\text{data}[x][j] > L_f$$

そして、このウインドウの距離データが $L_f$ よりも大きい場合は、ステップSD6に進んで、 $c:\text{data}[j] = \text{data}[x][j]$ と設定する。

【0046】つまり、ステップSD2で、式(3)、(4)を満足する距離データが得られなかった場合であっても、その距離データが所定値 $L_f$ 以上の場合に限り、下位行のデータを優先的に縦列データとして採用しているのである。これは、遠方の小さな物体の場合、1つのウインドウ内に収まってしまうことが考えられるからである。そして、どの程度の高さの物体までを認識するかで $L_f$ の値を設定する。例えば、本実施例の場合は、車両程度の高さの物体を認識しようとするものであ

\* [ウインドウ間縦方向処理] 次に、物体推定手段11では、各ウインドウ間の縦方向処理(図2に示すステップSA4)を行なう。この縦方向処理は、各ウインドウの各列毎に行なわれるものである。そして、この縦方向処理により、ウインドウの各縦列毎の物体の距離が決定される。

【0040】この処理は各列[j]毎に行なわれるが、各ウインドウ列[j]のjの値は、上記のウインドウ番号のy値に相当するものであって、この実施例の場合、 $j=1 \sim 17$ となる。また、図3中左端のウインドウ行( $y=0$ )の距離データは、data[0][y]で示される。そして、このウインドウ間の縦方向処理は、図7に示すフローチャートにしたがって行なわれる。

【0041】まず、最初に $j=1$ の時について説明する。ステップSD1において、初期値が $x=5$ 、 $c:\text{data}[j]=0$ と設定される。なお、 $c:\text{data}[j]$ は各縦列の距離データである。次に、ステップSD2に進んで、その時のウインドウ[x][j]の距離データが、その真上のウインドウ[x-1][j]の距離データに近い( $\pm 20\%$ 以内)かどうかを下式(3)、(4)にしたがって判断される。

【0042】

※【0044】つまり、この時比較された上下2つのウインドウのうち、下側のウインドウ[x][j]の距離データが、その縦列の距離データ $c:\text{data}[j]$ として設定されるのである。また、ステップSD2で、式(3)又は(4)のどちらか一方でも成り立たない場合は、Noルートを通ってステップSD4に進み、 $c:\text{data}[j]$ が0かどうか判断される。

【0045】各列の最初の処理時( $x=5$ の時)は、ステップSD1で $c:\text{data}[j]=0$ と設定されているので、ステップSD5に進む。そして、この時のウインドウの距離データが所定値 $L_f$ よりも大きいかが下式(5)により判断される。

$$\dots (5)$$

って、 $L_f=1.0\text{m}$ に設定されている。

【0047】そして、ステップSD6で、 $c:\text{data}[j]$ が設定されると、ステップSD7に進む。また、ステップSD4で、 $c:\text{data}[j] \neq 0$ の場合、又はステップSD5で $\text{data}[x][j]$ が $L_f$ よりも小さい場合は、ともにNoルートを通ってステップSD7に進む。このステップSD7では、xの大きさが判定される。ここで、jが0~2又は15~17にある時は、 $x > 3$ かどうかを判断し、jが3~14にある時は、 $x > 1$ かどうかを判断する。つまり、図3に示すように、左側3列( $j=0 \sim 2$ )と右側3列( $j=15 \sim 17$ )は、ウインドウが $x=3 \sim 5$ の範囲でしか存在しないか



らである。

【0048】そして、これが成り立つとステップSD7からステップSD8に進んで、xの数を1つ減じてからステップSD2に戻るようになっている。また、ステップSD7で上記の条件が成り立たない場合はNoルートを通して、このウインドウ間の縦方向処理を終了する。このように、各縦方向の列毎に、一番下のウインドウ(x=5)から順次その真上にあるウインドウと距離データの比較を行なっていく、各列毎に物体までの距離を設定することにより、単発的に現れる不正確なデータを10 取り除くことができるのである。

【0049】〔ウインドウ間横方向処理〕そして、さらに物体推定手段11においては、各ウインドウ間の横方向処理が行なわれる。各ウインドウ間の横方向処理は、図3に示すように画像領域の左右方向への処理であり、各縦列の距離データに応じて、その縦列が物体の端部かどうかの認識が行なわれるものである。

【0050】そして、この横方向処理では、各ウインドウ列毎の距離データに応じて閾値が設定される。各縦列データの側方に、その閾値以上の縦列データが現れない20 (データ=0) 場合、そこで物体が分かれていると判断する。なお、縦列データに応じて閾値を変える理由は以下である。

- ・測距が可能となるのは縦方向に物体の縁部(縦エッジ)がある部分のみで、物体の内部(左右の縦エッジの中間部)は測距できないことが多い。

- ・物体の内部では縦列データが現れなくなる場合、そのウインドウ数は、物体の大きさが同じであれば距離が近くなる程、また、距離が同じであれば大きさ物体が大きくなる程多くなる。

【0051】したがって、どの程度の小さな物体までを認識するかを決めれば閾値は決まる。この実施例では、車両程度の大きさの物体までを認識できるように、以下のように閾値Wsを設定している。

縦列データ5m以下・・・・・・閾値Ws=6

同 5m～7m・・・・・・閾値Ws=5

同 7m～9m・・・・・・閾値Ws=4

同 9m～14m・・・・・・閾値Ws=3

同 14m以上・・・・・・閾値Ws=2

なお、この閾値は、認識する物体の大きさやウインドウ40 の大きさによって変わるものである。

【0052】そして、上記閾値に従い分かれた各物体について2番目に小さい縦列データを見つけ、その縦列データに近い最も左側と右側のウインドウ間を物体として認識するようになっている。また、縦列データが1つしかない場合は、物体としては認識しない。以下、図8～図11を用いて横方向の処理を説明する。

【0053】例えば図9に示すように、ウインドウ列(y=0, 2, 6, 9)にほぼ同じ距離データが現れた場合、物体位置としては図9に示すもの以外に図1050

(a)や図10(b)に示すような物体として認識してしまうことが考えられる。そこで、本装置ではこの横方向処理により認識する物体の大きさの範囲を限定することで、正確な物体認識を行なえるようになっている。

【0054】例えば、図9に示すウインドウ2で測距された物体の距離データが大きい場合、図10(a)や図10(b)のように物体を認識することは、非常に大きな物体が認識されたことを意味している。そこで、物体の大きさを例えば車両程度の大きさに限定することにより、ウインドウ[y=2]の距離データからウインドウ[y=2]とウインドウ[y=6]と物体のデータが、同一の物体のデータか否かが判断可能となるのである。

【0055】そこで、図11に示すように、ウインドウa, b, cのみに距離データが現れ、それ以外のデータが全て0の場合について、図8に示すフローチャートにしたがってその処理を説明する。まず、図8のステップSE1において、j=0, n=0, min[0]=0と設定する。jはウインドウ列の番号、nは画像情報における被写体の数-1、min[n]は物体候補の存在の可能性がある左端の位置(ウインドウ列番号)である。

【0056】次にステップSE2に進んでカウンタがk=0と設定される。そして、ステップSE3で、c:data[j]=0かどうか判断される。jの最初の値は0であり、図11の場合、c:data[0]=0であるので、Yesルートを通して図8のステップSE10に進んでjが1つ加算され、j=1となる。次に、ステップSE11に進んで、j>17かどうか判定される。ここで、j=1なので、Noルートを通してステップSE2に戻る。

【0057】そして、図11の場合、このルートをj=4になるまで繰り返し、j=4の時ステップSE3でc:data[4]=a(≠0)となり、Noルートを通してステップSE4に進む。このステップSE4では、距離データaに応じて、閾値Wsが設定され、図8のステップSE5に進む。ステップSE5では、kが1つ加算されk(=k+1)=1と設定され、ステップSE6に進む。ステップSE6ではj+kが算出され、この値が17より大きいかが判定される。この場合j+k=4+1(≦17)であるので、NoルートによりステップSE9に進む。

【0058】ステップSE9では、c:data[j+k]=0かどうか判定されるが、この場合、c:data[5]=b(≠0)となるので、Noルートを通してステップSE10に進み、このステップSE10でjが1つ加算され(j=5)、ステップSE11を通して、ステップSE2に戻る。そして、ステップSE2でkの値が0にリセットされた後、ステップSE3に進み、ここでc:data[j]の値が判定される。今度はj=5となっているので、c:data[5]=bと

\*体数-1),  $\min [0 \sim n]$ ,  $\max [0 \sim n]$  が得られ、ステップS E 8の物体(ここでは障害物としている)までの距離の算出の処理に移るのである。

【0065】次に、物体までの距離の算出処理について、説明する。まず、上述のウィンドウ間横方向処理で得られた、物体存在可能性の左端位置 $\min[0]$ 、右端位置 $\max[0]$ の間で、2番目に小さい距離データを見つけたし、その距離データに近いウィンドウ距離データのみを有効データとして取り出す。

【0066】そして、上述の有効データの左端ウィンドウ及び右端ウィンドウを物体の左右端と見なす。

【0067】ここで、 $\min[0]$ と $\max[0]$ との間で2番目に小さい距離データを探す理由は、ノイズ除去のためである。物体の距離は、物体の左右端の様に縦エッジが明確にあるところでは、正確に得られるが、この左右の縦エッジの間では、誤測距が発生する可能性もある。したがって、2番目に小さいデータを利用することにより、物体の左右端のどちらか一方のデータに誤測距があった場合でも、これを除去し、正確な距離データを得ることができるようにしている。

【0068】また、 $\min[0]$ 、 $\max[0]$ の間で測距データが1つしか得られない場合は、このデータをノイズと見なして無視する。以上の処理を物体の数( $n-1$ )分繰り返す。つまり、次には $\min[1]$ 、 $\max[1]$ の間で、2番目に小さい距離データを見つけて、以下、上述と同様の処理が繰り返されるのである。

【0069】このような物体距離の算出処理をフローチャートに示すと、図12のようになる。まず、ステップSF1で $cnt1=0$ と設定される。次にステップSF2に進んで $cnt1>n$ かどうかが判定される。ここでは、ステップSF1で $cnt1=0$ と設定された直後であるので、NoルートによりステップSF3に進む。

【0070】そして、ステップSF3では、min [n] ~ max [n] のウィンドウ列内に測距データが2個以上あるかどうかが判断される。もし、測距データが2個未満であれば、Noルートを通ってステップSF15に進み、ここで cnt1 = cnt1 + 1 と設定されてステップSF2に戻る。また、測距データが2個以上あれば、ステップSF4に進み、min [n] ~ max [n] のウィンドウ列の中で、2番目に小さい測距データを obst : data [n] と設定し、ステップSF5に進む。

【0071】そして、ステップSF5においてcnt2=min[n]と設定される。つまり、物体存在可能性の左端のウィンドウ列番号がcnt2と設定されるのである。次にステップSF6に進んで、下式(6)及び(7)により、obst:data[n]の値がc:data[cnt2]に近いデータかどうかが判定される。

$$o b s t : d a t a [n] < k_3 \times c : d a t a [c n t 2] \quad \cdot \cdot (7)$$

and

obst: data [n] > k<sub>4</sub> × c: data [cnt2] . . . (8)(ただし、k<sub>4</sub> < k<sub>3</sub>)

ここで、k<sub>3</sub>、k<sub>4</sub>は、距離データのばらつき度合いにより設定される固定値である。

【0072】つまり、min[n] ~ max[n]のウィンドウ列の中で2番目に小さい測距データが、物体存在可能性の左端測距データに近いかどうか判定されるのである。ここで、この2番目に小さい測距データが左端測距データに近い値でないと判断されると、ステップSF7に進んでcnt2 = cnt2 + 1と設定され、再びステップSF6に進む。そして、ステップSF6の式(6)、(7)が成り立つまで、ステップSF6、ステップSF7のルーチンを繰り返す。この間ステップSF7でcnt2の値が1ずつ増加していくので、この処理は、2番目に小さい測距データとの比較を、図3に示すウィンドウ列の左側から順次行なっているのである。

【0073】ステップSF6で式(6)、(7)が成り立つと、次にステップSF8に進んで、min: win[n] = cnt2と設定される。そして、ステップSF9で新たにmax[n]をcnt2と設定し、ステップSF10で、obst: data[n]の値がc: data[cnt2]に近いデータかどうか判定される。

【0074】つまり、ここでは、2番目に小さい測距データが、物体存在可能性の右端測距データに近い値かどうか判定されるのである。ここで、この2番目に小さい測距データが右端測距データに近い値でないと判断されると、ステップSF11に進んでcnt2 = cnt2 - 1と設定され、再びステップSF10に戻る。そして、ステップSF10の条件式【ステップSF6内の式(6)、(7)と同じ】が成り立つまで、ステップSF10、ステップSF11のルーチンを繰り返す。

【0075】このルーチンを繰り返す間に、ステップSF11においてcnt2の値が1ずつ減算されていくので、この処理は、2番目に小さい測距データとの比較を、図3に示すウィンドウ列の右側から順次行なっていくことになる。そして、ステップSF10の条件が成り立つと、ステップSF12に進み、このステップSF12において、このときのcnt2をmax: win[n]と置く。

【0076】次にステップSF13に進んで、ステップSF8で設定されたmin: win[n]と上記max: win[n]とが等しいかどうか判定される。min: win[n] = max: win[n]の時は、Yesルートを通ってステップSF14に進む。そして、ステップSF14で、min: win[n]とmax: win[n]との測距データを0に設定して、このデータを削除した後、ステップSF15に進む。これは、min: win[n] = max: win[n]が成り立つ時は、左側から検索した縦エッジと右側から検索した縦

エッジとの測距データが等しい場合であり、このような棒状の距離データをノイズとして消去しているのである。

【0077】また、ステップSF13でmin: win[n] ≠ max: win[n]の時は、ステップSF15に進む。そして、このステップSF15で、cnt1が1つ加算されて、ステップSF2に戻る。以降、ステップSF2でcnt1 > nとなるまでは、ステップSF2からステップSF15のルーチンを繰り返す。

【0078】そして、ステップSF2でcnt1 > nのとき、Yesルートを通って物体の距離算出処理が終了する。なお、本装置では物体が重なり合っている場合には、近い距離の物体のみが認識される。但し、距離データは得られているので、物体が存在していることは判断できるのである。

【0079】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置は、上述のように構成されているので、車両1に設置された横置きステレオカメラ2により走行路面上が撮影されると、この横置きステレオカメラ2からの画像情報は、物体認識手段5の前方測距コントローラ3に取り込まれるようになっている。そして、この前方測距コントローラ3でステレオカメラ2により撮像された画面がエリアI ~ IIIに分割されるとともに、さらに各エリアI ~ III内が細かなウィンドウに分割される。

【0080】そして、エッジ認識手段10で、ステレオカメラ2からの画像情報に基づいて、各ウィンドウ列毎に、縦エッジ部分を認識して、この縦エッジ部分までの距離が測定され、これらの情報がデュアルポートRAM4を介してコンピュータ6に入力される。そして、このコンピュータ6のレンジ対応物体データ除外手段8により、ステレオカメラ2で撮像された被写体を物体又は物体候補として認識するか、この被写体を物体でないものとして物体データから除外する処理が行なわれる。

【0081】この後、物体推定手段11において、前述のエッジ認識手段10の認識情報に基づいて、画像情報の各ウィンドウ列単位で、縦エッジ部分が存在する際にはその距離を追跡して、予め設定された左右の離隔範囲内のウィンドウ列間に、縦エッジが一对存在し、且つこの対をなす各縦エッジ部分までの距離がほぼ等しい場合に、この対をなす各縦エッジ部分で規定される領域に、この縦エッジ部分までの距離だけ離れて物体が存在していると推定する。

【0082】したがって、路面上の文字や白線等を画像データから除去することができ、物体の距離や位置を認識することができる。また、縦エッジが、設定された画像範囲内に1つしか表れない場合に、この縦エッジがノイズとして消去されるので、より正確な物体認識を行なうことができるのである。

【0083】また、前方測距コントローラ3によりステレオカメラ2により撮像された画面をエリアⅠ～Ⅲに分割し、各エリアⅠ～Ⅲ毎に処理を行なうことで物体認識を迅速に行なうことができる。さらに、各エリアⅠ～Ⅲをほぼ同等の大きさに分割することにより、ほぼ同様な小型の処理系を3つ用いて処理を行なうことができる。

#### 【0084】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1記載の本発明の車両用路上物体認識装置によれば、車両の走行路面上を撮影する横置きステレオカメラと、該横置きステレオカメラにより得られる画像情報に基づいて、該走行路面上の物体を認識する物体認識手段とをそなえ、該物体認識手段が、該横置きステレオカメラにより得られる撮影画面を上下方向に複数の行レンジに分割し左右方向に複数の列に分割することで多数のウィンドウに区画した上で、該横置きステレオカメラの左右2つのカメラの各画像情報から、上記の各ウィンドウ毎に、被写体までの距離を測定する距離測定手段と、上記の各行レンジ毎に決まるレンジ対応基準距離と該距離測定手段で検出された被写体までの距離とを比較して、該被写体までの距離が該レンジ対応基準距離以内であればこの被写体を物体又は物体候補として認識し、該被写体までの距離が該レンジ対応基準距離よりも大きければこの被写体については物体でないものとして物体データから除外する、レンジ対応物体データ除外手段とをそなえているという構成により、路面上の文字や白線等を画像データから除去することができ、物体の距離や位置を正しく認識することができる。

【0085】また、請求項2記載の本発明の車両用路上物体認識装置によれば、上記請求項1記載の構成に加えて、該距離測定手段が、該横置きステレオカメラの左右の画像情報から得られる同一被写体の左右方向へのずれ量に基づいて、被写体までの距離を測定するという構成により、被写体までの距離を簡単に測定することができる。

【0086】また、請求項3記載の本発明の車両用路上物体認識装置によれば、上記請求項2記載の構成に加えて、該距離測定手段が、該被写体までの距離Rを、該左右の2つのカメラのレンズの焦点距離fと、該左右2つのカメラの光軸間の距離Lと、画像の画素ピッチPと、左右の画像が整合するまでに左右どちらか一方の画像をシフトした画素数nと、に基づいて、 $R = (f \cdot L) / (n \cdot P)$ の式により算出するという構成により、被写体までの距離を簡単、且つ正確に測定することができる。

【0087】また、請求項4記載の本発明の車両用路上物体認識装置によれば、上記請求項1記載の構成に加えて、該物体認識手段の処理対象とする画像領域が、該車両から遠い部分では左右の端部領域を除去されて左右方

向の中央部の領域のみに限定されるという構成により、物体認識が必要ではない部分では、画像処理が行なわれず、画像処理の情報量を必要最小限にすることができ、これにより、必要な部分での画像処理を素早く行なうことができる。

【0088】また、請求項5記載の本発明の車両用路上物体認識装置によれば、上記請求項4記載の構成に加えて、該物体認識手段が、処理対象とする画像領域を、該車両から遠い部分で左右の端部領域を除去された左右方向の中央部分に相当する第1の画像領域と、該車両から近い部分の左半部分に相当する第2の画像領域と、該車両から近い部分の右半部分に相当する第3の画像領域と、に区分して、画像処理を行なうという構成により、全体の画像処理領域を略同じ大きさの3つの領域に区分でき、それぞれの画像領域毎に画像処理を行なうことにより、全体が広い画像領域であっても画像処理を素早く行なうことができる。

【0089】また、請求項6記載の本発明の車両用路上物体認識装置によれば、上記請求項1記載の構成に加えて、該レンジ対応基準距離が、各レンジの最下部に映し出されるべき該走行路の部分までの距離であるという構成により、路面上の白線、文字等を物体として誤認識することがなくなり、より正確な物体認識を行なうことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における全体構成を示す模式的なブロック図である。

【図2】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における画像情報処理の概要を説明するためのアルゴリズムである。

【図3】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における処理画像を示す模式図である。

【図4】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における作用を説明するためのフローチャートであって不正確データを削除するための処理について説明するためのフローチャートである。

【図5】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における作用を説明するためのフローチャートであってレンジカット処理について説明するためのフローチャートである。

【図6】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置におけるレンジカット処理について説明するための模式図である。

【図7】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における作用を説明するためのフローチャートであってウィンドウ間の縦方向処理について説明するためのフローチャートである。

【図8】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における作用を説明するためのフローチャートであ

ってウインドウ間の横方向処理について説明するためのフローチャートである。

【図 9】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置におけるウインドウ間の横方向処理についての処理画像の一例を示す模式図である。

【図 10】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置におけるウインドウ間の横方向処理についての処理画像の一例を示す模式図である。

【図 11】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置におけるウインドウ間の横方向処理についての処理画像の一例を示す模式図である。

【図 12】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における作用を説明するためのフローチャートであって物体までの距離の算出処理について説明するためのフローチャートである。

【図 13】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における横置きステレオカメラ (CCDカメラ) の外観を示す模式図である。

【図 14】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における横置きステレオカメラ (CCDカメラ) により撮像された画像を示す模式図であって (a) はそ

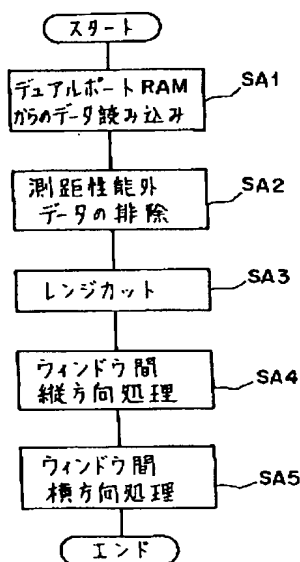
の横置きステレオカメラの左側のカメラで撮像された車両を示す図 (b) はその横置きステレオカメラの右側のカメラで撮像された車両を示す図である。

【図 15】本発明の一実施例としての車両用路上物体認識装置における横置きステレオカメラ (CCDカメラ) の左右の画像から物体までの距離の算出を説明するための図である。

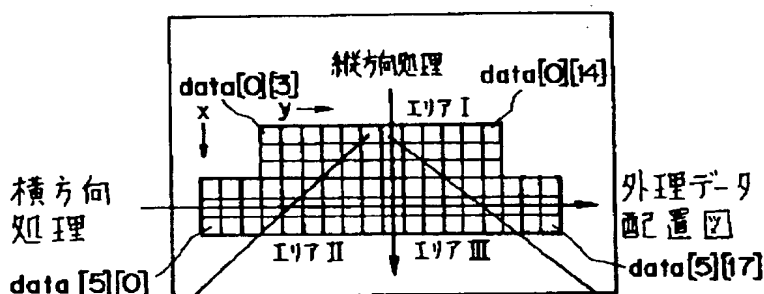
【符号の説明】

- 1 車両
- 2 横置きステレオカメラ (CCDカメラ)
- 2 L 左側カメラ
- 2 R 右側カメラ
- 3 前方測距コントローラ
- 4 デュアルポートRAM
- 5 物体認識手段
- 6 コンピュータ
- 7 距離測定手段
- 8 レンジ対応物体データ除外手段
- 9 物体 (障害物)
- 10 エッジ認識手段
- 11 物体推定手段

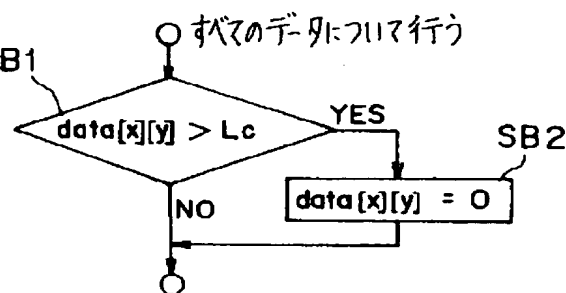
【図 2】



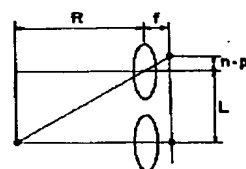
【図 3】



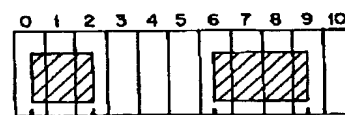
【図 4】



【図 15】



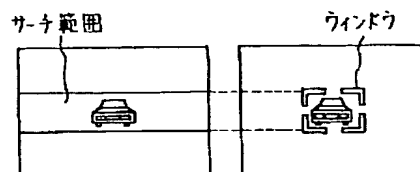
【図 9】



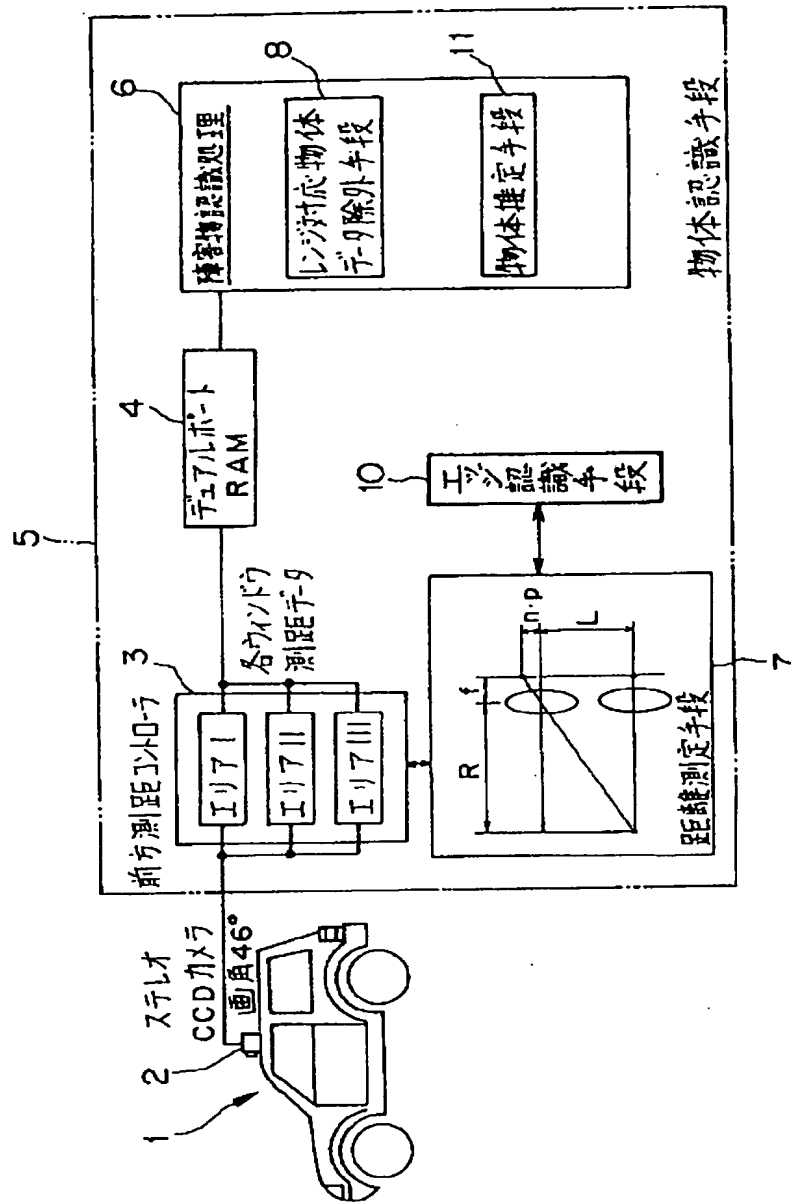
【図 14】

(a)

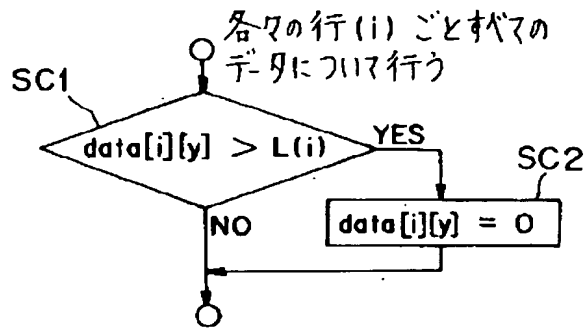
(b)



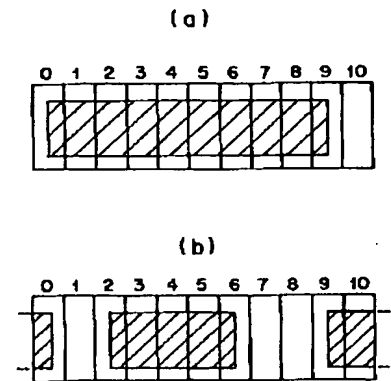
【図1】



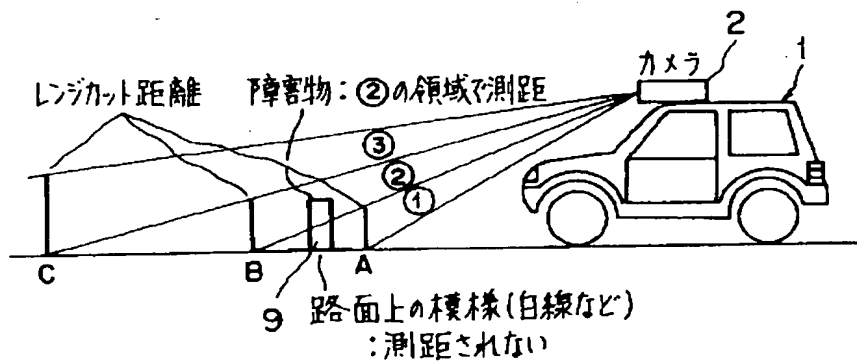
【図5】



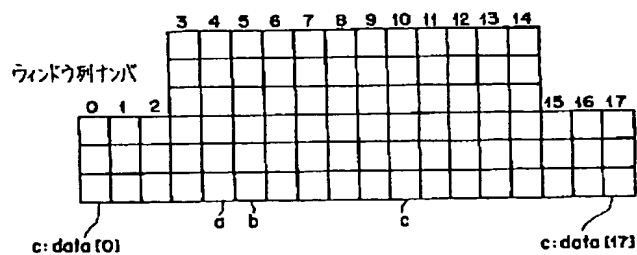
【図10】



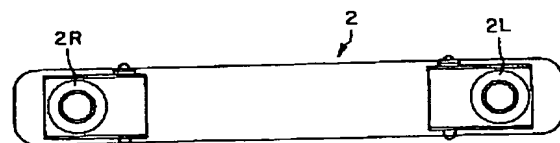
【図6】



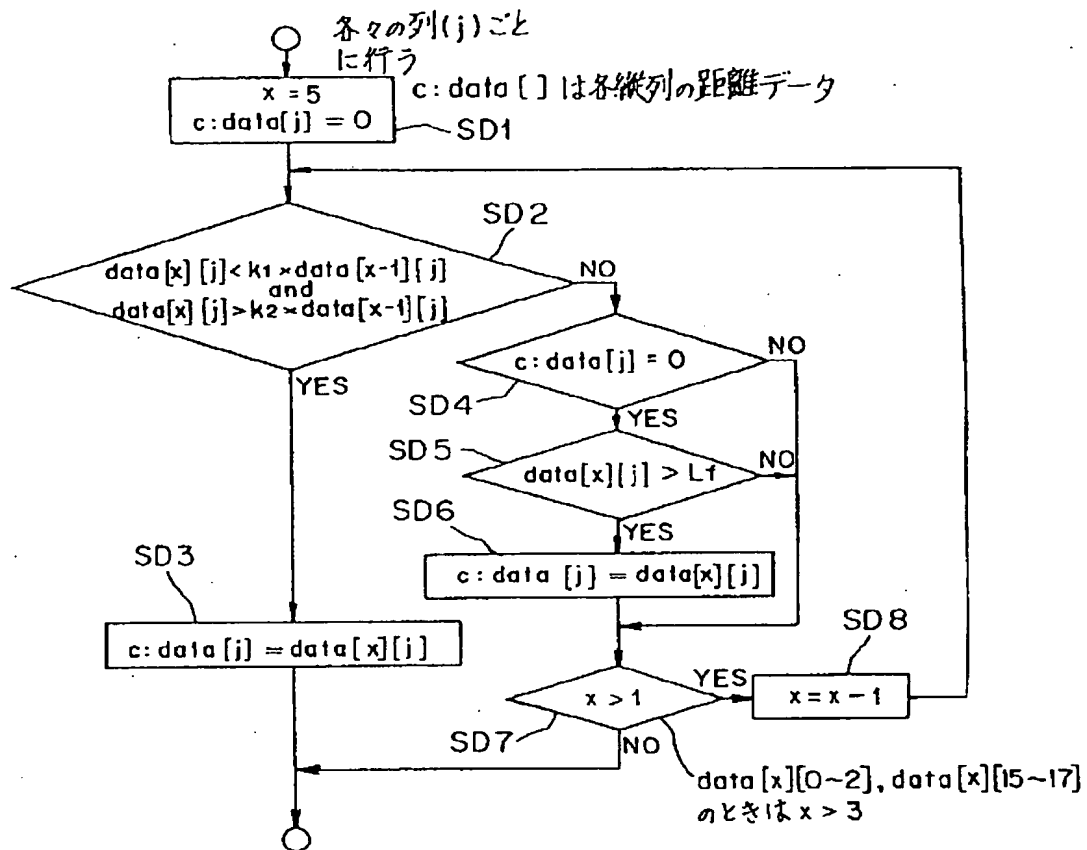
【図11】



【図13】

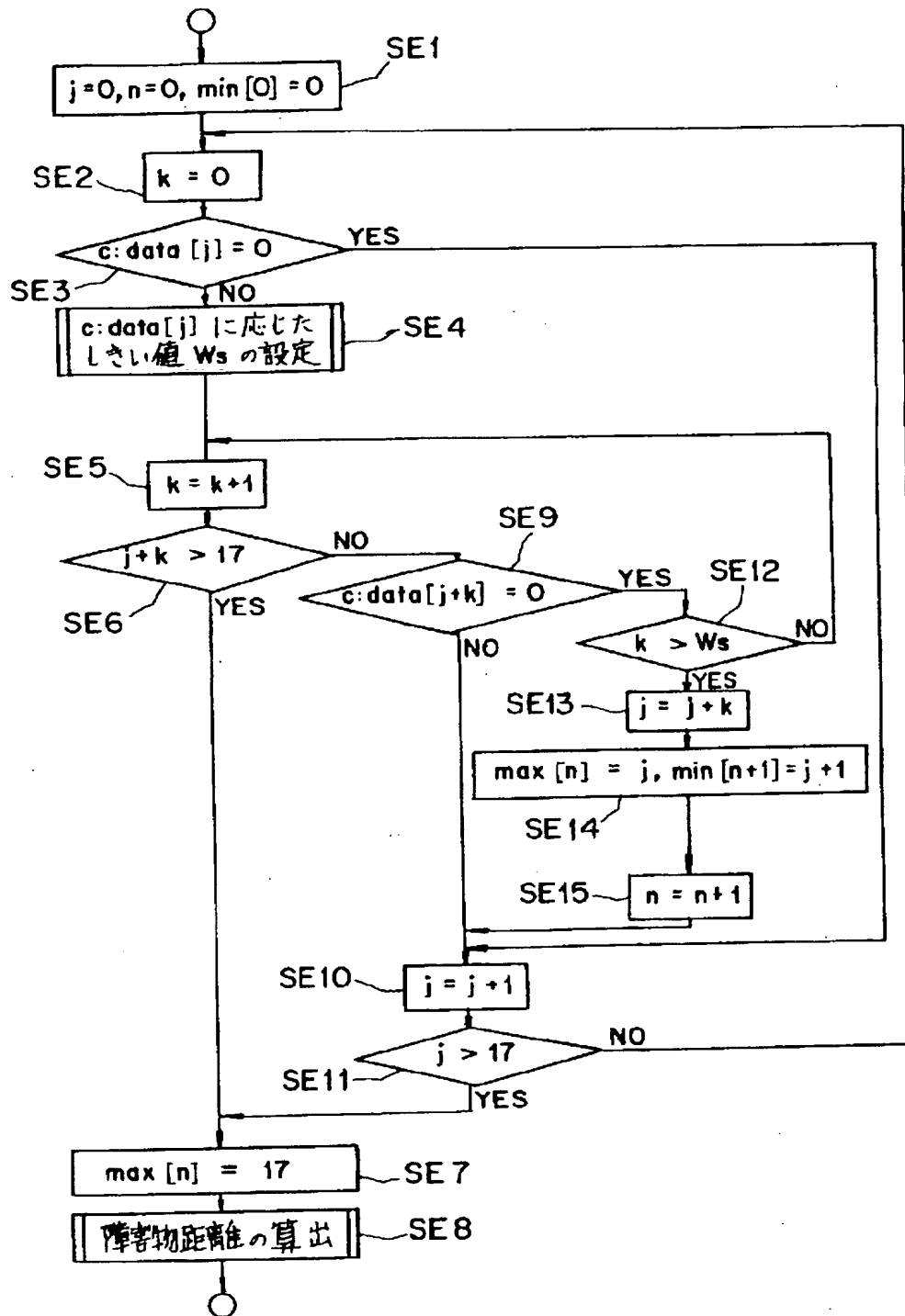


【図7】

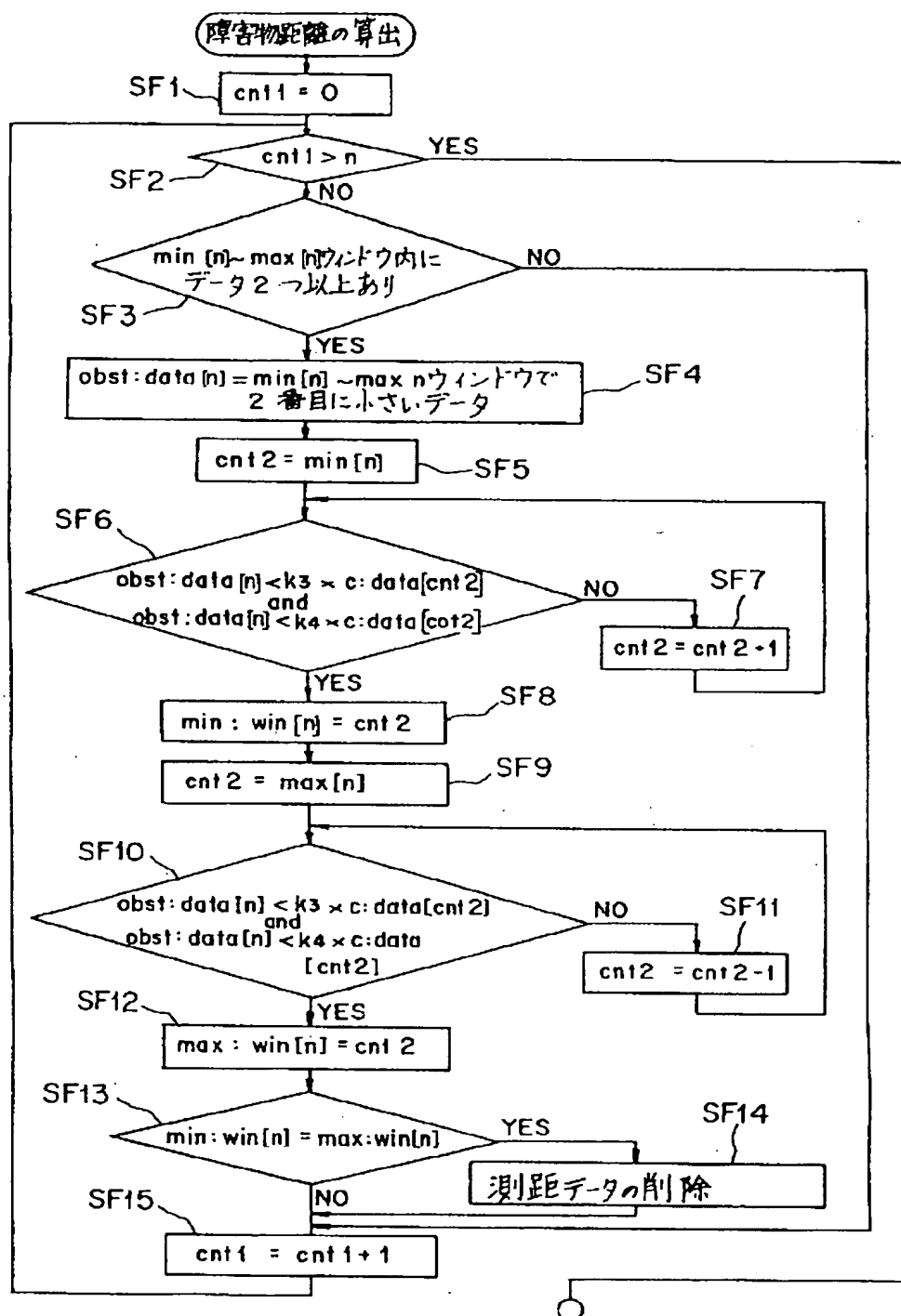




【図 8】



【図12】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 N 7/18

// G 0 5 D 1/02

識別記号

庁内整理番号

D

K

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 早船 一弥  
東京都港区芝五丁目33番 8 号 三菱自動車  
工業株式会社内

(72) 発明者 山田 喜一  
東京都港区芝五丁目33番 8 号 三菱自動車  
工業株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**